

УДК 658.7/9:332.15

Носко Н.В., Пилипюк И.М.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА В ЛОГИСТИКЕ: ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

**Введение.** В настоящее время рынок представляет собой динамично развивающуюся систему и поэтому каждая организация для поддержания устойчивости должна предвидеть изменения и быть готова к ним. Поэтому руководитель должен иметь общее видение и точный прогноз на будущее. То есть прогнозирование – это построение определенного сценария развития будущего. В складской логистике сценарий на будущее также играет важную роль, так как ключом к эффективной системе управления запасами является точное прогнозирование спроса [1].

Проблема в том, что исполнение этого сценария не всегда зависит от руководителя, и предугадать и изменить влияние внешних факторов в любом случае сложно. Поэтому резервом для повышения точности прогноза является выбор наилучшей модели.

**Методика сравнение основных методов прогнозирования путем расчета ошибки прогноза.** Существует множество методов прогнозирования, и возникает вопрос как выбрать наиболее подходящий метод для предприятия. Может оказаться, что один из методов наиболее точно повторяет кривую спроса продукта, но применив его к другому товару, он окажется самым худшим. Отсюда следует, что для каждого вида продукта необходимо найти свой метод. Поэтому для совершенствования методики прогнозирования предлагается создать программу (или надстройку для программы MS Excel), суть которой будет заключаться в расчете точности прогноза и выборе наилучшего метода.

Для рассмотрения предложения в данной статье было выбрано три метода прогнозирования:

- линейный тренд;
- логарифмический тренд;
- метод экспоненциального сглаживания.

Данные алгоритм рассматривается на примере ОАО «Савушкин продукт», где заявки по товару на экспорт поступают за 3 дня и, исходя из них, можно увидеть, какой заказ на производство нужно сделать, а заявки на межгород и город поступают с сегодня на завтра, поэтому заказ на производство нужно делать заранее. Этим определяется необходимость прогнозирования спроса с максимальной точностью.

Итак, сделаем прогноз по каждому из трех методов.

1. *Линейный тренд* [2]

Для начала рассчитываем коэффициенты функции линейного тренда  $y = a \cdot x + b$ .

Коэффициент  $a$  – значение, на которое увеличивается следующее значение временного ряда. Расчет производится по формуле 1

$$a = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x)^2}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество периодов;

$x_i$  – номер периода;

$y_i$  – исходные данные, служащие в качестве базы прогноза (спрос).

Коэффициент  $b$  – точка пересечения с осью  $y$  (формула 2).

$$b = \frac{1}{n} (\sum y_i - a \sum x_i). \quad (2)$$

Так как нужно выбрать максимально точную модель прогноза, возникает необходимость сравнения прогнозных значений (прогнозные данные, которые рассчитываются по определенной модели) с фактическими. Для этого из заданного периода, по которому делается прогноз, будет браться не весь временной ряд. Например, если задан период, по которому делается прогноз, с 01.02.2015 по 22.03.2015 (50 значений), то для расчетов на 1 этапе выбираются не все значения, а допустим только 43 из 50 (с 01.02.2015 по 15.03.2015). А на оставшиеся 7 дней (с 16.03.2015 по 22.03.2015), будет производиться прогноз. Далее прогнозные значения сравниваются с фактическими и выводится показатель точности прогноза (формула 3) [3]:

$$\text{Точность прогноза} = \left( 1 - \frac{\sum \Delta_i}{m} \right) \times 100\%, \quad (3)$$

где  $\Delta_i$  – отклонение прогнозных данных от фактических;

$m$  – количество отклонений.

Отклонение прогнозных данных от фактических рассчитывается по формуле 4.

$$\Delta_i = \frac{|x_i^* - x_i|}{x_i}, \quad (4)$$

где  $x_i^*$  – прогнозное значение на  $i$ -ый период;

$x_i$  – фактическое значение на  $i$ -ый период.

	Дата	Период	Прогноз	Факт	Отклонение
7					
8	16.03.2015	44	106,77	108	0,01
9	17.03.2015	45	106,69	180	0,41
10	18.03.2015	46	106,60	96	0,11
11	19.03.2015	47	106,51	144	0,26
12	20.03.2015	48	106,43	144	0,26
13	21.03.2015	49	106,34	120	0,11
14	22.03.2015	50	106,26	72	0,48
15	Точность прогноза				77%

Рис. 1. Расчет точности прогноза по линейному тренду

2. *Логарифмический тренд* [2]

Функция имеет следующий вид:  $y = a \cdot \ln(x) + b$ . В данном случае система для определения коэффициентов  $a$  и  $b$  представлена системой уравнений (формула 7):

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n (\lg x_i)^2 + b \sum_{i=1}^n \lg x_i = \sum_{i=1}^n y_i \cdot \lg x_i, \\ a \sum_{i=1}^n \lg x_i + b n = \sum_{i=1}^n y_i. \end{cases}, \quad (7)$$

Носко Наталья Викторовна, доцент кафедры менеджмента Брестского государственного технического университета.

Пилипюк Иванна Михайловна, студентка 4-го курса экономического факультета Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Если обозначить  $\ln(x) = x$ , тогда получим линейную функцию относительно  $y$  и  $x$ :  $y = a \cdot x + b$ .

Тогда коэффициенты находим по формулам 8 и 9:

$$a = \frac{(\sum \ln(x_i) \cdot y_i) \cdot n - \sum \ln(x_i) \cdot \sum y_i}{(\sum (\ln(x_i))^2) \cdot n - \ln(x_i) \cdot \ln(x_i)}, \quad (8)$$

$$b = \frac{\sum y_i - a \cdot \ln(x_i)}{n}, \quad (9)$$

где  $n$  – количество периодов.

Далее по формуле 3 рассчитывается точность прогноза.

Дата	Период	Прогноз	Факт	Отклонение
16.03.2015	44	104,954	108,000	0,028
17.03.2015	45	104,867	180,000	0,417
18.03.2015	46	104,782	96,000	0,091
19.03.2015	47	104,699	144,000	0,273
20.03.2015	48	104,618	144,000	0,273
21.03.2015	49	104,538	120,000	0,129
22.03.2015	50	104,460	72,000	0,451
Точность прогноза				76%

Рис. 2. Расчет точности прогноза по логарифмическому тренду

3. Метод экспоненциального сглаживания [4]

Выделят две разновидности данного метода – метод Хольта и метод Хольта-Винтерса. Отличие лишь в том, что метод Хольта-Винтерса учитывает сезонность. Для нахождения прогноза по этим методам рассчитываем экспоненциально-сглаженный ряд (формула 10).

$$L_t = k \cdot y_t + (1 - k) \cdot (L_{t-1} + T_{t-1}), \quad (10)$$

где  $L_t$  – сглаженная величина на текущий период;

$k$  – коэффициент сглаживания ряда;

$y_t$  – текущие значение ряда ( $y_t$ );

$L_{t-1}$  – сглаженная величина за предыдущий период;

$T_{t-1}$  – значение тренда за предыдущий период.

Коэффициент сглаживания ряда  $k$  задается вручную и находится в диапазоне от 0 до 1.

Для первого периода в начале данных экспоненциально-сглаженный ряд равен первому значению ряда (например, объему продаж за первый месяц)  $L_1 = Y_1$ .

Далее определяем значение тренда (формула 11).

$$T_t = b \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - b) \cdot T_{t-1}, \quad (11)$$

где  $T_t$  – значение тренда на текущий период;

$b$  – коэффициент сглаживания тренда;

$L_t$  – экспоненциально сглаженная величина за текущий период;

$L_{t-1}$  – экспоненциально сглаженная величина за предыдущий период;

$T_{t-1}$  – значение тренда за предыдущий период.

Коэффициент сглаживания тренда  $b$  также задается вами вручную и находится в диапазоне от 0 до 1.

Значение тренда для первого периода равно 0 ( $T_1 = 0$ ).

Далее определяется точность прогноза по формуле 3.

Для метода Хольта-Винтерса дополнительно оценивается сезонность (формула 12).

$$S_t = q \cdot Y_t / L_t + (1 - q) \cdot S_{t-s}, \quad (12)$$

где  $S_t$  – коэффициент сезонности для текущего периода;

$q$  – коэффициент сглаживания сезонности;

$Y_t$  – текущее значение ряда ( $y_t$ );

$L_t$  – сглаженная величина за текущий период;

$S_{t-s}$  – коэффициент сезонности за этот же период в предыдущем сезоне.

Прогноз на  $p$  периодов вперед считается по формуле 13.

$$\hat{Y}_t + p = L_t + p \cdot T_t, \quad (13)$$

где  $\hat{Y}_t + p$  – прогноз по методу Хольта на  $p$  период;

$L_t$  – экспоненциально сглаженная величина за последний период;

$p$  – порядковый номер периода, на который делаем прогноз;

$T_t$  – тренд за последний период.

В итоге определяем точность прогноза.

Затем необходимо подобрать такие значения коэффициентов  $k$  и  $b$ , чтобы максимизировать точность прогноза. При этом имеются следующие ограничения:

$$\begin{cases} k \cdot b \geq 0,1; \\ k \cdot b \leq 1; \\ 0 < \text{точность прогноза} \leq 1. \end{cases}$$

Установить оптимальные значения можно в MS Excel с помощью панели инструментов «Поиск решения» (рис. 4).

По каждому из вышеперечисленных методов рассчитан показатель «точность прогноза». На основании данного показателя выбирается тот метод, в котором достигается максимальное значение, и по нему формируется прогноз на необходимый период.

По расчетам для этих данных наилучшим методом оказались метод Хольта и Хольта-Винтерса. И для того чтобы выбрать один из них сравним отклонение за весь период (формула 14).

$$\Delta^* = \sum p_i - \sum f_i, \quad (14)$$

где  $p_i$  – прогнозное значение спроса;

$f_i$  – фактическое значение спроса.

Результаты расчетов отклонение показаны в таблице 1.

коэффициент сезонности для 1 периода		0,190371254									
b	1	q	0,1	Для оценки точности							
Спрос	Lt экспоненциально сглаженный ряд	Tt значение тренда	St-s коэффициент сезонности текущего периода	p - номер периода для прогноза	Прогноз по методу Хольта	Прогноз на 1 период для анализа	Ошибка модели	Отклонение ошибки модели от прогноза	Точность прогноза		
108	130,09	-4,98	1,07	1	136,81	108	28,81	0,27	74%		
180	132,44	2,35	1,10	2	139,24	180	40,76	0,23			
96	129,61	-2,83	1,00	3	132,47	96	36,47	0,38			
144	129,08	-0,53	0,99	4	124,57	144	19,43	0,13			
144	130,62	1,53	1,11	5	134,16	144	9,84	0,07			
120	130,53	-0,09	0,99	6	127,88	120	7,88	0,07			
72	122,64	-7,89	0,97	7	122,05	72	50,05	0,70			
					917,19	864	отклонение	-53,19			

Рис. 3. Расчет точности прогноза по методу Хольта-Винтерса

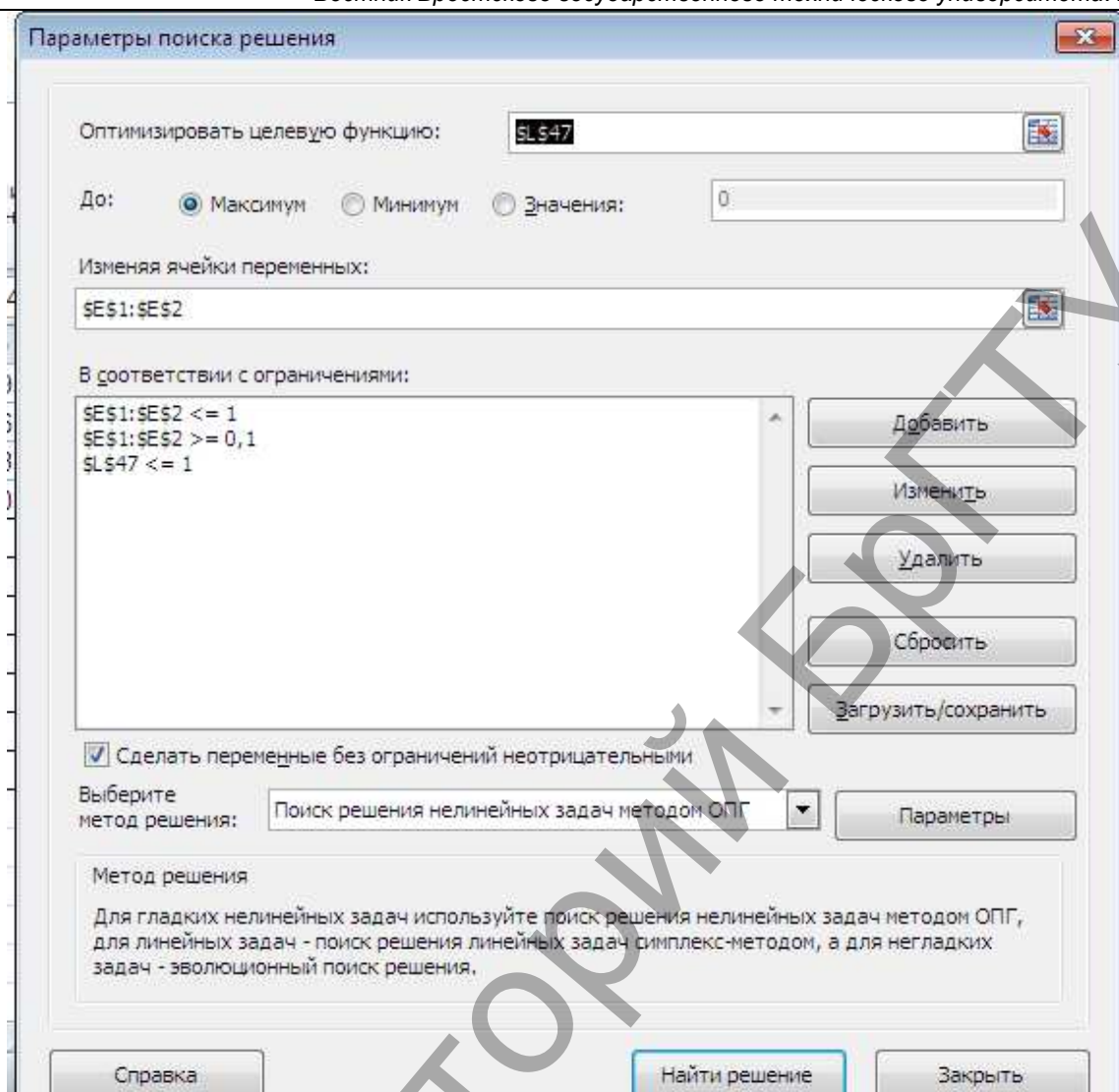


Рис. 4. Подбор параметров функции с помощью MS Excel

Таблица 1. Расчет отклонений прогнозных данных от фактического спроса

Фактические данные	Модель линейного тренда		Модель логарифмического тренда		Модель Хольта		Модель Хольта-Винтерса	
	Прогноз	Отклонение	Прогноз	Отклонение	Прогноз	Отклонение	Прогноз	Отклонение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
108	106,77	0,01	104,954	0,03	132,48	0,05	136,81	0,07
180	106,69	0,41	104,867	0,42	131,12	0,07	139,24	0,05
96	106,60	0,11	104,782	0,09	129,76	0,12	132,47	0,14
144	106,51	0,26	104,699	0,27	128,41	0,01	124,57	0,02
144	106,43	0,26	104,618	0,27	127,05	0,01	134,16	0,00
120	106,34	0,11	104,538	0,13	125,69	0,00	127,88	0,00
72	106,26	0,48	104,460	0,45	124,33	0,53	122,05	0,48
<b>864</b>	<b>745,60</b>	<b>-118,4</b>	<b>732,92</b>	<b>-131,08</b>	<b>898,84</b>	<b>34,84</b>	<b>917,19</b>	<b>53,19</b>

Как видим из таблицы 1, по моделям линейного и логарифмического трендов прогнозные данные значительно меньше фактических, что говорит о возникновении дефицита продукции при использовании данных моделей.

Исходя из всех расчетов, предпочтительнее использовать для данной базы прогноза метод Хольта, так как точность прогноза по нему максимальна, а суммарное отклонение от факта минимальное. Поэтому по нему делается прогноз на необходимый период.

Для подтверждения эффективности данного предложения сравним метод Хольта с методом Хольта-Винтерса (таблица 2).

Таблица 2. Расчет эффективности использования метода Хольта

Эффект	Суммарное отклонение за 7 дней, шт.
Метод Хольта	34,84
Метод Хольта-Винтерса	53,19
Высвобождаемые оборотные средства за 7 дней, руб.	18,35*2000 = 36 700

Анализ проведен по товару «йогурт 120 г» ОАО «Савушкин продукт», себестоимость которого предположительно равна 2000 рублей. Прогноз был рассчитан на 7 дней, и выбор метода Хольта, позволяет сократить запасы готовой продукции за этот период на 53 штуки, что в денежном выражении 36 700 рублей (предполагаемая сумма высвобождаемых оборотных средств в год составит 1 887 428,6 рублей). Учитывая разнообразие ассортимента, данный алгоритм способствует значительному сокращению запасов продукции и использованию высвобождаемых за счет этого средств в других перспективных направлениях.

**Заключение.** Необходимость оптимизации системы управления запасами обусловлена рядом отрицательных факторов: замораживание финансовых ресурсов, возникновение дополнительных расходов, создание рисков потерь и т.д. Но, несмотря на отрицательную сторону создания запасов, они необходимы для бесперебойного функционирования предприятия. Оптимальная величина запасов зависит от потребностей потребителей и поэтому актуальной проблемой является прогнозирование спроса с максимальной точностью. И если еще заявки на экспорт поступают за 3 дня и, исходя из них, можно увидеть, какой заказ на производство нужно сделать, то заявки на межгород и город поступают с сегодня на завтра, а заказ на производство нужно делать заранее.

Предложенный алгоритм выбора оптимальной модели позволяет подобрать необходимый метод индивидуально для каждого товара и спрогнозировать данные с максимальной точностью. Суть этого предложения сводится к минимизации альтернативных издержек. То есть за счет выбора наилучшего метода происходит высвобождение оборотных средств, что дает предприятию возможность использовать в целях инвестирования, развития, вкладов и т.д.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черкесов, А.Г. Прогнозирование спроса в логистике // Проблемы прогнозирования – 2005. – № 5(11). – С. 18–41.
2. Елисеева, И.И. Общая теория статистики / И.И. Елисеева [Электронный ресурс]. – Смоленск. – Режим доступа: <http://www.stathelp.ru/ots/g9p6.html> – Дата доступа: 20.04.15.
3. Батулин, А.Д. 3 способа оценки точности прогноза и выбор оптимальной модели / А.Д. Батулин [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург. – Режим доступа: <http://www.4analytics.ru/prognostirovanie/3-sposoba-ocenki-tochnosti-progoza-i-vibora-optimalnoie-modeli.html> – Дата доступа: 05.03.2015.
4. Батулин, А.Д. Прогноз по методу экспоненциального сглаживания / А.Д. Батулин [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург. – Режим доступа: <http://www.4analytics.ru/prognostirovanie/prognoz-po-metodu-eksponencialnogo-sglajivaniya-s-trendom-i-sezonnostyu-xolta-vintersa.html> – Дата доступа: 05.03.2015.

Материал поступил в редакцию 14.05.15

#### NOSKO N.V., PILIPYUK I.M. Forecasting of demand in logistics: choice of optimum model

Article is devoted to a problem of forecasting of demand in the conditions of the market that is a basis of successful functioning of the enterprise. Questions of purchase of raw materials, container and packing, a manpower, warehouse capacities demand knowledge of demand and in order that not on the one hand there was no deficiency, and on the other hand that surplus in a warehouse it wasn't necessary to expect demand most precisely. On the example of ОАО «Savushkin product» the algorithm of a choice of the most exact model of forecasting is considered. The described technique will allow to reduce alternative expenses and to release current assets of the enterprise.

УДК 658

Осипчук Н.В., Серик В.В.

### КОНТРОЛЛИНГ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

**Введение.** Контроллинг – это целенаправленное планирование и управление компанией.

К факторам, которые являются основанием для создания системы контроллинга на предприятии можно отнести [1, с. 230]:

- ухудшение в сравнении с подобными предприятиями экономических показателей;
- устаревшие методы планирования и анализа, не удовлетворяющие менеджменту предприятия;
- появление новых или изменение целей в сложившихся условиях функционирования;
- дублирование или отсутствие некоторых функций, наличие конфликтных ситуаций при их выполнении.

При наличии одного или нескольких вышеперечисленных факторов чаще всего имеет место ряд предпосылок внедрения системы контроллинга по различным направлениям: организация, продукция, закупки, персонал, оборудование, система информационного обеспечения и отчетность [1, с. 231].

По направлению «организация» можно выделить следующие предпосылки:

- плохое представление об организационной структуре предприятия абсолютного большинства работников, в том числе и руководителей предприятия;
- сложная, многоступенчатая система подчинения, имеющая противоречия;
- отсутствие четко определенных областей и уровней компетен-

ции и ответственности руководителей.

Предпосылками по направлению «продукция» являются:

- устаревшие модели продукции;
- несоответствие требованиям современных отечественных и зарубежных рынков по качеству исполнения, дизайну и другим потребительским свойствам;
- плохие перспективы выпускаемой продукции.

По направлению «закупки» можно выделить следующие предпосылки:

- низкое качество закупаемых материалов, отсутствие входного контроля;
  - необоснованно большие запасы материалов на складе.
- Предпосылками по направлению «персонал» являются:
- восприятие работы как повинности, отстраненность личных интересов сотрудников от результатов деятельности компании;
  - неуверенность сотрудников в завтрашнем дне.

По направлению «оборудование» можно выделить следующие предпосылки:

- устаревший парк основного оборудования и производственных средств;
- отсутствие системы планово-предупредительных ремонтов, ремонт при возникновении поломок или выходе из строя.

Предпосылками по направлению «система информационного обеспечения и отчетность» являются:

Серик Виталина Владимировна, студентка специальности «Финансы и кредит» Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.